

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

09.05.00

REC'D 26 JUN 2000

JP00/2961

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 7月19日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第204647号

出願人

Applicant(s):

日本精工株式会社

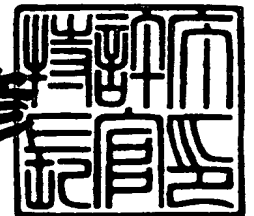
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 6月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特2000-3042450

【書類名】 特許願

【整理番号】 299110

【提出日】 平成11年 7月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 19/00

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

 【氏名】 山本 豊寿

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

 【氏名】 田中 進

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

 【氏名】 沖田 滋

【特許出願人】

 【識別番号】 000004204

 【氏名又は名称】 日本精工株式会社

 【代表者】 関谷 哲夫

【代理人】

 【識別番号】 100066980

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

 【識別番号】 100075579

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006534

【包括委任状番号】 9402192

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転がり軸受

【特許請求の範囲】

【請求項1】 フッ素含有重合体を含有する潤滑油またはグリースによる潤滑下、あるいはフッ化物からなるガスを含む雰囲気下で使用される転がり軸受において、

少なくとも転動体は、クロム（Cr）の含有率が7重量%以上27重量%以下の合金鋼で形成されたものであることを特徴とする転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、真空ポンプ用の転がり軸受等のように、フッ素含有重合体を含有する潤滑油またはグリースによる潤滑下、あるいはフッ化物からなるガスを含む雰囲気下で使用される転がり軸受として好適な転がり軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、真空ポンプを含む各種機械要素に使用される転がり軸受では、内外輪および転動体に高い接触応力が繰り返し作用するため、内外輪および転動体を硬く形成して、転がり疲れ寿命を長くする必要がある。従来より、転がり軸受の内外輪および転動体としては、高炭素クロム軸受鋼（SUJ2等）で形成した後、焼入れ、焼き戻しを行ったものが使用されている。

【0003】

また、真空ポンプ等で使用される転がり軸受の潤滑には、潤滑剤成分の蒸発による汚染を防止するために、蒸気圧の低いパーフルオロポリエーテルからなる潤滑油、またはパーフルオロポリエーテルを基油として含むフッ素系グリース等が使用されている。

近年、真空ポンプ用の転がり軸受の作動環境は、真空ポンプの大容量化や小型化に伴ってより高温（例えば130℃以上）になり、回転速度もより高速になっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、130℃以上の高温環境下では、パーフルオロポリエーテル油が低粘度となって潤滑膜が薄くなるため、転動体の転動面と軌道輪の軌道面との直接接触が生じる恐れがある。高速回転の場合には、転動体と軌道輪との接触点内のすべり速度が高くなるため、潤滑膜が切れ易くなる。その結果、転動体の転動面と軌道輪の軌道面との直接接触が生じる恐れがある。

【0005】

このような直接接触が生じた場合には、これに伴って、凝着摩耗が生じたり、転動体と軌道輪との接触点が局部的に著しく高温になって、転動体および軌道輪の表面にパーフルオロポリエーテルによる腐食が生じる可能性もある。そして、このような現象が生じることにより、軸受寿命は短くなる。

本発明は、このような従来技術の問題点に着目してなされたものであり、パーフルオロポリエーテル油等のフッ素含有重合体を潤滑剤に用いた転がり軸受について、高温且つ高速回転下で使用した場合の軸受寿命を長くすることを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、フッ素含有重合体を含有する潤滑油またはグリースによる潤滑下、あるいはフッ化物からなるガスを含む雰囲気下で使用される転がり軸受において、少なくとも転動体は、クロム（Cr）の含有率が7重量%以上27重量%以下の合金鋼で形成されたものであることを特徴とする転がり軸受を提供する。

【0007】

クロムを多く含有する合金鋼は、表面に緻密で安定な酸化膜（不働態）を形成するとともに、硬くて粒成長の遅い（粒径が小さい） M_7C_3 型または $M_{23}C_6$ 型の炭化物を生成する。本発明の転がり軸受によれば、この酸化膜および炭化物が少なくとも転動体の表面に存在することにより、潤滑膜が薄くなって転動体の転動面と軌道輪の軌道面との直接接触が生じた場合でも、凝着摩耗の発生を防止

することができる。また、転動体と軌道輪との接触点が局部的に著しく高温になった場合でも、転動体および軌道輪の表面にフッ素系潤滑剤やフッ化物ガスによる腐食が生じることを抑制できる。

【0008】

このような作用が得られるようにするためには、使用する合金鋼のクロム（Cr）の含有率を7重量%以上にする必要がある。ただし、使用する合金鋼のクロム含有率が27重量%を超えると、素材の段階で巨大なクロム炭化物が形成されて、その周りに応力集中が生じるため好ましくない。また、クロムは高価な元素であるため、大量に含有させるとコストが高くなる。

【0009】

本発明の転がり軸受において、少なくとも転動体を形成する合金鋼のクロム（Cr）の含有率の好ましい範囲は、7重量%以上25重量%以下であり、より好ましい範囲は7重量%以上22重量%以下であり、さらに好ましい範囲は10重量%以上22重量%以下である。

本発明の転がり軸受において、少なくとも転動体を形成する合金鋼は、クロム（Cr）の含有率が7重量%以上27重量%以下であり、珪素（Si）の含有率が0.10重量%以上1.5重量%以下であることが好ましい。

【0010】

珪素は、製鋼時の脱酸素剤として0.10重量%以上含有させる必要がある。珪素は、また、転がり疲れ寿命を向上させるために有効な元素であるが、高温環境下でフッ素含有重合体やフッ化物と反応して、フッ化珪素（ Si_2F_6 ）ガスを生成する元素でもある。

このガスは、転動体と軌道輪との接触点が局部的に著しく高温になった場合等に、潤滑剤に含まれるフッ素含有重合体または雰囲気ガス中のフッ化物と、転動体や軌道輪を形成する合金鋼中の珪素とが反応したことにより生じる。そのため、このガスの生成に伴い、転動体の転動面や軌道輪の軌道面が脆くなって、転動体の転動面と軌道輪の軌道面との間に摩耗が生じる。フッ化珪素ガスの発生を防止してこのような摩耗が生じないようにするためには、使用する合金鋼中の珪素含有率を1.5重量%以下とすることが好ましく、1.0重量%以下にすること

がより好ましく、0.8重量%以下にすることがさらに好ましい。

【0011】

本発明の転がり軸受において、少なくとも転動体を形成する合金鋼は、クロム（Cr）の含有率が7重量%以上27重量%以下であり、珪素（Si）の含有率が0.10重量%以上1.5重量%以下であり、窒素（N）の含有率が0.05重量%以上0.20重量%未満であることが好ましい。

窒素が合金鋼に含まれていると、焼入れによって生じるマルテンサイトが強化されて、耐孔食性が向上する。したがって、窒素を含む合金鋼を使用することによって、転動体と軌道輪との接触点が局部的に著しく高温になった場合に、転動体および軌道輪の表面にフッ素系潤滑剤やフッ化物ガスによる腐食が生じることを抑制できる。また、窒素が合金鋼に含まれていると、巨大なクロム炭化物の形成が抑制されるため、応力集中に起因する早期剥離が防止される。

【0012】

このような作用が得られるようにするためには、使用する合金鋼の窒素（N）の含有率を0.05重量%以上にする必要がある。

ただし、合金鋼中に0.20重量%以上の窒素を含有させるためには、製鋼を高圧窒素雰囲気で行う必要があり、生産設備やメンテナンスにかかる費用の分だけコスト高となる。大気圧中での製鋼によって0.20重量%以上の窒素を含有させようとする、凝固過程で気泡が生じてインゴットに多量の気孔が含まれたり、焼入れ時に多量の残留オーステナイトが生じて、焼入れ硬さが低下する恐れがある。このようなことを避けるために、使用する合金鋼の窒素（N）の含有率は0.20重量%未満であることが好ましい。

【0013】

より好ましい窒素（N）の含有率は0.05重量%以上0.19重量%以下であり、さらに好ましい窒素（N）の含有率は0.08重量%以上0.19重量%以下である。

本発明の転がり軸受において、少なくとも転動体を形成する合金鋼には、クロム、珪素、および窒素以外に、マンガン（Mn）を1.5重量%以下の含有率で含有することが好ましい。マンガンは製鋼時に脱酸素剤として作用する。また、

これ以外にも、焼入れ性を良好にするモリブデン (Mo) や、耐摩耗性を向上するバナジウム (V) 等を含有することが好ましい。

【0014】

また、本発明の転がり軸受において、内輪、外輪、および転動体の少なくとも一つは、軌道面または転動面の硬さがビッカース硬さで450以上となっていることが好ましい。これにより、ある程度の荷重が負荷された状態でも、軌道輪の軌道面と転動体の転動面との接触点に、塑性変形による永久歪み（窪み）が生じることが防止される。その結果、ある程度の荷重が負荷された場合でも、転がり疲れ寿命が極端に低下することはない。

【0015】

なお、本発明の転がり軸受は、少なくとも転動体が、クロム (Cr) の含有率が7重量%以上27重量%以下の合金鋼で形成されたものであればよく、内輪および外輪、保持器等については、従来より一般的に使用されている材料で形成することができる。この材料としては、SUJ2やNSJ2等の軸受鋼、窒化珪素 (Si_3N_4)、炭化珪素 (SiC)、サイアロン (Sialon)、部分安定化ジルコニア (ZrO_2)、アルミナ (Al_2O_3) 等のセラミックが挙げられる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

先ず、内輪、外輪、転動体を形成する合金鋼として、下記の表1に示す組成のものを用意した。なお、表1の数値の単位は全て重量%である。

【0017】

【表 1】

	Cr	Si	N	その他の主要成分
A	8.0	1.50	—	C:0.5, Mn:0.5, Ni:0.3
B	10.0	0.60	—	C:1.0, Mo:0.3
C	13.0	0.30	0.14	C:0.45, Mn:0.3
D	15.5	0.40	0.17	C:0.40, Mo:1.0, Mn:0.55
E	15.1	0.45	0.19	C:0.45, Mo:0.48, Mn:0.58, V:1.0
F	16.0	0.30	0.19	C:0.30, Mo:3.0, Mn:0.30, Co:3.0
G	25.0	0.80	0.22	C:0.15, Mn:1.0
H	1.45	1.0	—	C:0.38, Mo:0.95, Mn:0.70
I	10.0	0.60	—	C:1.0, Mo:0.3
SUJ2	1.0	0.20	—	C:1.0, Mn:0.35
SUS440C	17.0	0.40	—	C:1.0, Mo:0.3
SUS630	16.0	0.40	—	C:0.05, Mo:3.0, Mn:0.30, Cu:4.0 Ni:4.0

【0018】

これらの合金鋼を使用して、単列深溝玉軸受（呼び番号 6206：外径 62 mm、内径 30 mm、幅 16 mm）の内輪、外輪、転動体を形成し、下記の表 2 の組合せで転がり軸受を組み立てた。なお、各サンプルは、使用した合金鋼以外の点については全て同じとなるようにして作製した。すなわち、各サンプルの内輪、外輪、転動体には、所定の表面硬度（ピッカース硬さで 450 以上）となる条件で焼入れ、焼き戻しが施してある。

【0019】

組み立てた各転がり軸受について、日本精工（株）製の軸受回転試験機を用いて下記の条件により回転試験を行い、振動値を基準として軸受寿命を評価した。すなわち、軸受に生じるラジアル振動を回転試験中に常時測定し、この振動値が初期値の 3 倍以上となった時点で試験を中止し、それまでにかかった時間を寿命とした。

＜回転試験条件＞

雰囲気温度：150℃

雰囲気圧力：真空（ 1×10^{-4} Torr）

アキシャル荷重：1 0 0 0 N

ラジアル荷重：5 0 0 N

回転速度：3 0 0 0 r p m

潤滑剤：アウジモンド社製「フォンブリンM 1 5」

(パーフルオロポリエーテル油)

また、各試験用軸受の寿命を比較するために、従来例に相当する比較例 1 の寿命を「1」とした時の相対値を算出した。これらの結果も下記の表 2 に併せて示す。

【0 0 2 0】

【表 2】

	内輪および外輪	転 動 体	寿命
実施例 1	S U J 2	A	4
実施例 2	S U J 2	B	5
実施例 3	S U J 2	S U S 4 4 0 C	8
実施例 4	S U J 2	C	1 5
実施例 5	S U J 2	D	1 3
実施例 6	S U J 2	E	1 5
実施例 7	S U J 2	F	1 2
実施例 8	S U J 2	S U S 6 3 0	1 0
実施例 9	S U J 2	G	3
実施例 10	H	C	2 0
実施例 11	I	I	1 0
実施例 12	S U S 4 4 0 C	S U S 4 4 0 C	1 5
実施例 13	C	C	4 0
実施例 14	F	F	2 8
実施例 15	D	D	3 3
実施例 16	E	E	4 0
実施例 17	S U S 6 3 0	S U S 6 3 0	2 5
実施例 18	S U S 4 4 0 C	C	3 0
実施例 19	F	C	4 5
実施例 20	S U S 6 3 0	C	3 5
比較例 1	S U J 2	S U J 2	1

【0021】

この結果から分かるように、少なくとも転動体を形成する合金鋼が本発明の範囲を満たす実施例 1 ～ 2 0 の軸受は、転動体も内外輪も S U J 2 からなる比較例 1 の軸受と比較して、パーフルオロポリエーテル油を潤滑剤に用いて、高温且つ

高速回転下で使用した場合の軸受寿命が長くなっている。

また、内外輪は S U J 2 からなり、転動体を形成する合金鋼が本発明の範囲内で異なる実施例 1 ～ 9 において、N の含有率が 0. 0 5 重量%以上 0. 2 重量%未満の範囲内にある実施例 4 ～ 7 は、N の含有率がこの範囲から外れる実施例 1 ～ 3 および実施例 8, 9 よりも軸受寿命が長くなっている。

【0 0 2 2】

また、実施例 1 0 ～ 2 0 のように、転動体だけでなく内輪および外輪についても、本発明の範囲を満たす合金鋼で形成されている場合には、より一層軸受寿命を長くすることができる。

なお、この実施形態では、パーフルオロポリエーテル油を潤滑剤に用いた場合の高温且つ高速回転下での軸受寿命について述べているが、パーフルオロポリエーテル油以外のフッ素含有重合体を含有する潤滑油またはグリースによる潤滑下の場合も、フッ化物からなるガスを含む雰囲気下の場合も、少なくとも転動体を形成する合金鋼を本発明の範囲を満たすものとするにより、軸受寿命を長くすることができる。

【0 0 2 3】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の転がり軸受によれば、フッ素含有重合体を含有する潤滑油またはグリースによる潤滑下、あるいはフッ化物からなるガスを含む雰囲気下で、高温且つ高速回転下で使用した場合の軸受寿命が長くなる。すなわち、本発明の転がり軸受は、高温且つ高速回転下で使用される真空ポンプ用の転がり軸受として好適なものである。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パーフルオロポリエーテル油を潤滑剤に用いた転がり軸受について、高温且つ高速回転下で使用した場合の軸受寿命を長くする。

【解決手段】 少なくとも転動体を、クロム（C r）の含有率が7重量%以上27重量%以下の合金鋼で形成する。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004204]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区大崎1丁目6番3号
氏 名 日本精工株式会社